

Study on electron transport phenomena in Metal/Oxide/High-T[c] superconductor multilayer systems

著者	王 謙
内容記述	Thesis (Ph.D. in Engineering)--University of Tsukuba, (A), no. 1384, 1995.3.23
発行年	1995
URL	http://hdl.handle.net/2241/2989

氏 名(国 籍)	おう 王 けん 謙 (中 国)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,384 号
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	工 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	Study on Electron Transport Phenomena in Metal/Oxide/High-T _c Superconductor Multilayer Systems (金属／絶縁体／高温超伝導薄膜積層構造における電子輸送特性の研究)
主 査	筑波大学教授 工学博士 滝 田 宏 樹
副 査	筑波大学教授 工学博士 吉 崎 亮 造
副 査	筑波大学教授 工学博士 川 辺 光 央
副 査	筑波大学助教授 工学博士 村 上 浩 一
副 査	東京工業大学教授 Ph. D. 工学博士 井 口 家 成

論 文 の 要 旨

本研究は、金属／絶縁体／YBa₂Cu₃O_{7-y} (YBCO) 高温超伝導体の薄膜積層構造で実現する特有な電子輸送の研究を行ったものである。具体的には、絶縁体の膜厚が数 nm 程度と薄く金属－YBCO 薄膜間を電子がトンネリングできる場合、および絶縁体が厚くてほとんど電流が流れない場合の研究を行っている。前者は、トンネル電流による準粒子注入現象で発現する新しい電子機能の研究、後者は、電流を流さず大きな電圧を印加して超伝導膜への電界の影響を調べる研究である。特に前者の YBCO 薄膜への準粒子注入現象は、世界的にもほとんど研究されておらず、著者の仕事はきわめて斬新なものである。またこの研究の中で、将来電子デバイスへの応用が有望な数々の興味ある現象が見つかった。

論文内容は 6 章からなっている。第 1 章は、全般的な研究の背景と研究の目的、意義を述べている。第 2 章は、この研究に関連した超伝導の基本特性について、トンネル効果、超伝導の非平衡状態、電界効果の基礎を述べている。第 3 章は、実験試料の作製手順、測定について述べている。YBCO 薄膜の作製と評価、トンネル接合の作製と測定法、Au/CeO₂/YBCO MIS 構造の作製と測定法である。第 4 章、第 5 章は、具体的な実験結果と解析の章である。第 4 章は、Au/MgO/YBCO および Pb/MgO/YBCO 接合を用いて、YBCO 薄膜へトンネル電子を注入した結果について述べている。準粒子注入の効果については、接合を一定電圧にバイアスしトンネル電流 I_{inj} を流した状態で、もう一つ

の電流 I を YBCO 薄膜に沿って流し、その電流－電圧特性を測定することにより行っている。Pb/MgO/YBCO 接合を用いた場合、 I_{inj} と I の向きが YBCO 薄膜中で同じ向きのとき、薄膜の臨界電流 I_c は I_{inj} の増加とともに強く減少し、準粒子注入の効果が存在することを明らかに示している。また互いに反対向きに流したとき、臨界電流の増大という興味ある現象を観測している。一方、Au/MgO/YBCO 接合を用いた場合、 I_{inj} の増加による効果的な I_c の減少が同様に観測されたが、互いに反対向きの電流供給では、Pb/MgO/YBCO 接合のような臨界電流の増大現象は見られなかった。これらの実験事実に基づき、モデルを構築し、現象の解析を行っている。またこの現象が単なる電流効果、熱効果ではないことを、モデル計算を行い示している。第 5 章は、Au/CeO₂/YBCO MIS 構造を用いた電界効果の研究で、YBCO 薄膜の電流－電圧特性が、ゲート電圧の印加により変調される現象を見出している。CeO₂ を絶縁層に用いる試みは、本研究が初めてである。第 6 章は、以上の結果をまとめて議論したものである。

審 査 の 要 旨

著者の主に行った高温超伝導体への準粒子注入現象の研究は、世界的にもまだほとんど行われておらず、パイオニア的な仕事でその評価は十分高いものと判断される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。